云　南　植　物　研　究　2002，24（3）：289～294
Acta Botanica Yunnanica

昆明西山滇青冈林内滇青冈种子库动态的研究[*]

苏文华，张光飞

（云南大学生态学与地植物学研究所，云南 昆明　650091）

摘要：通过对昆明西山滇青冈林内滇青冈种子库的跟踪取样调查和种子埋藏试验，对滇青冈种子库的动态进行了研究。昆虫在种子成熟前侵入种子，经种子雨进入种子库时已有71.8%的种子失去萌发能力。种子雨输入种子库的绝大部分种子停留在表面种子库，其中48.55%的种子被虫害，25.36%被某些非生物或生物搬运，17.39%的腐烂，8.7%的被动物当场取食，没有种子萌发，影响种子库动态的各种因子的作用大小在时间上是变化。被搬运的种子中，有4.9%的由表面种子库转移到埋藏种子库。土层是滇青冈种子的安全生境，土壤种子库的存在时间超过250天。埋入土壤的试验种子一直处于静止状态，到6月雨季后有80%种子萌发，20%的腐烂。萌发种子数是当年产种子的0.26%。滇青冈林内的滇青冈种子库是季节性的，种子库对种群个体的补充作用是有限的。

关键词：昆明西山；滇青冈；种子库；动态

中图分类号：Q 948　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**0253－2700(2002)03－0289－06

Dynamics of the Seed Bank of *Cyclobalanopsis glaucoides* in *Cyclobalanopsis glaucoides* Forest on the Xishan Mountain in Kunming

SU Wen-Hua，ZHANG Guang-Fei

(*Institute of Ecology and Geobotany*，*Yunnan University*，Kunming 650091，China)

Abstract: Dynamics of the seed bank of *Cyclobalanopsis glaucoides* was studied with random sampling and burying seeds in *C. glaucoides* forest on the Xishan Mountain in Kunming. Insects laid their eggs inside young seeds. When eggs developed into worms，they ate inside seeds and caused 71.8% of seed bank above ground to lose their germination power. Most of seeds in the seed band above ground were obtained gradually by seed rain，among them 48.55% were eaten by insects，25.36% were carried by organisms or non-organisms，17.39% were decayed，8.7% were foraged by rodents and no seed germinated. All factors affected dynamics of the seed are variable seasonally. Soil provided with a safe enviroment for seed germination. Through observation of seeds which were buried by us，we found that the seeds in soil will last more than 250 days without obvious change and not germination until rain season next year. In June 80% of seeds in soil germinated，20% decayed. Germination rate of seeds merely occupied 0.26% of the total amount produced annually. The natural propagation of *C. glaucoides* relied on seed bank is very

---

[*] **收稿日期：**2001－07－31，2001－11－13 **接受发表**

作者简介：苏文华（1962－）男，云南人，副教授，主要从事植物种群生态和生理生态的研究。

limited in numbers.

Key words: Xishan MT. of Kunming, *Cyclobalanopsis glaucoides*, Seed bank, Dynamics

种子是植物生长周期中的特殊或重要阶段，对于种群个体的繁殖，种群的扩展，种群遭破坏后的恢复和物种抵抗不良环境有着特别的意义，种子库是植物种群生态学的重要内容（Grime，1989）。国内有关种子库的研究很多，在热带和温带，研究内容涉及种子库的种子种类、数量、分布特征和动态（徐化成等，1996；张志权，1996；班勇等，1996；曹敏等，1997；孙书存等，2000；Cao 等，2000），亚热带常绿阔叶林种子库的研究集中在种子库的种子种类、数量和分布特征（熊利明等，1992；安树青等，1996；彭军等，2000）。此外，日本常绿阔叶林的种子库也进行了一些研究（Naka & Yoda，1984；Tanouchi & Takeshita，1994）。但对亚热带常绿阔叶林优势树种种子库动态的研究未见报道。

滇青冈是云南滇中高原亚热带的顶级群落半湿润常绿阔叶林的优势树种之一。Bazzaz（1979）认为演替后期的树种种子大都没有休眠期，多数种类不存在种子库或存在时间很短。研究发现滇青冈的种子有休眠期（另文发表），这一特性势必影响种子库特征和种子库中种子的命运。本研究对云南昆明西山滇青冈林下的滇青冈种子库中种子的命运进行了跟踪调查，以便确定其种子库的持续时间和动态，探讨亚热带地带性植被类型常绿阔叶林优势树种种子库的动态特点。

1 研究地基本概况及研究方法

1.1 研究地基本概况

研究地位于云南昆明近郊，滇池湖泊西岸的西山。该地区年平均气温 14.5℃，最冷月平均气温 7.5℃，≥10℃积温为 4 490.3℃。全年降水量 1 035.3 mm，干湿季分明，5～10 月为雨季，降水量占全年的 85%。调查地点海拔 2 000～2 200 m；坡度 30～40°。群落分为 4 层，乔木上层高 18～20 m，以滇青冈为优势。滇青冈盖度系数为 5626，是其它伴生种盖度系数之和的 17 倍多（金振洲，1998）。伴生种类有滇油杉（*Keteleeria evelyniana*）、滇石栎（*Lithocarpus dealbatus*）、槲栎（*Quercus aliena*）和干香柏（*Cupressus duclouxiana*）等。乔木下层高 5～9 m，主要种类有梁王茶（*Nothopanax delavayi*）、厚皮香（*Ternstroemia gymnanthera*）和细齿柃木（*Eurya nitida*）等。灌木以滇含笑（*Michelia yunnanensis*）和铁子（*Myrsine africana*）最常见。群落学研究认为滇青冈林是滇中高原山地的典型地带性植被类型（金振洲，1998）。

昆明西山的滇青冈花期 4～5 月，果实 9 月上旬起成熟，9 月中旬开始落果，9 月下旬至 10 月上旬为落果高峰期，10 月下旬落果结束。

1.2 研究方法

1.2.1 **表面种子库中滇青冈种子的命运** 在滇青冈林的非林窗地上于 10 月 22 日随机设定 25 个 $1\times1\ m^2$ 的样地，随机选出 5 块样地，现场调查计数地表面及枯枝落叶层中当年滇青冈种子和壳斗数目，种子数目与壳斗数目之间的差数，认定为鼠害种子数；并调查是否有种子萌发和实生苗；种子分别收集带回。室内先进行水选，漂浮种子与沉底种子分开。漂浮种子取样剥开种皮，统计空壳败育和受虫害的种子数；沉底种子取样剥离种皮，检查、统计虫害种子，进行萌发实验，计算萌发率。统计出各样地具萌发力的种子、虫害种子、腐烂种子、当场鼠害种子和自然丧失萌发力种子的数量及百分率。此后，分别于 11 月 7 日、12 月 24 日、次年 2 月 28 日和 4 月 7 日，每次 5 块样地进行同样调查。

10 月 25 日在非林窗地另设 5 块 $1\times1\ m^2$ 的样地，清除枯枝落叶层中所有当年滇青冈种子和壳斗后，在每样地中央分散地投放 14 粒（研究地地表的平均种子数）带壳斗的滇青冈种子。分别 11 月 7 日、12

月 24 日、次年 2 月 28 日和 4 月 7 日调查样地中的种子数目，统计各时期种子被搬运出地表种子库的百分数。

1.2.2　**埋藏种子库调查**　于 10 月 25 日、12 月 24 日、次年 2 月 28 日、4 月 7 日和 6 月 9 日，每次设置 10 个 0.5 × 0.5 m^2 的样地，清除枯枝落叶。分 2 层取土，上层 0 ~ 2 cm，下层 2 ~ 5 cm。取土过程中压碎土壤，选出土壤中的种子。种皮外形完整，种子已腐烂的用手指轻压即破碎。其它种子带回室内进行水选，漂浮种子剥开种皮，查明受损原因；沉底种子，进行 30 天变温（每天 15℃ 8 h，25℃ 16 h）萌发实验，未萌发种子剥离种皮用 TTC 检测种子活力。

1.2.3　**埋藏种子的命运试验**　12 月 25 日将 10 月采收经水选后沙藏的种子 60 粒分成 6 组，在 12 月 24 日发现有埋藏种子的样地附近选择生境相似处设置 6 块样地，将种子埋入 2 cm 土层中，表面盖上枯枝落叶。2 月 28 日和 4 月 7 日观察出苗情况，各取出 2 块样地未萌发种子带回室内进行种子活力检测。6 月 9 日（雨季 1 月后）观察另外 2 样地的出苗情况，从土中取出未萌发种子带回室内进行种子活力检测。

2　结论与分析

2.1　表面种子库及种子命运

表 1 列出了表面种子库中滇青冈种子命运的调查统计结果。种子在表面种子库中的寿命在 175 天以内，除个别种子进入埋藏种子库，所有种子均被动物取食、搬运和腐烂输出种子库，虫害是最大的输出因素，表面种子库没有种子萌发。

表 1　滇青冈林内 5 个 1 × 1 m^2 样地表面种子库中滇青冈种子的命运

Table 1　Fate of the seed of *Cyclobalanopsis glaucoides* in 5 samples of the surface seed bank in *Cyclobalanopsis glaucoides* forest

日期 Date	有活力种子 Viable	动物搬运 Removal	虫害 Predation by insects	当场取食 Predation in situ	腐烂 Decay	萌发 Germinating
10 月 22 日	138	0	352	0	0	0
11 月 7 日	41	16	63	0	18	0
12 月 24 日	12	14	5	5	7	0
2 月 28 日	2	4	0	6	0	0
4 月 7 日	0	0	0	2	0	0

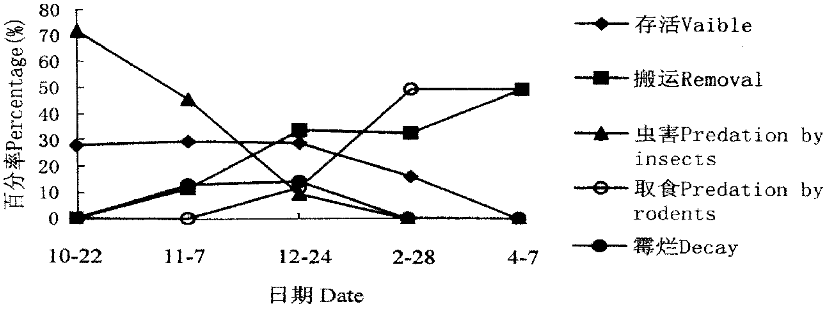

图 1　表面种子库中滇青冈种子各种输出途径输出百分率的时间变化曲线

Fig. 1　Seasonal change of percentage of seed lost in defferent way from the surface seed bank of *Cyclobalanopsis glaucoides* in *Cyclobalanopsis glaucoides* forest

跟踪调查发现，种子库的各种输出途径在不同时段的输出数量不同，即影响种子库动

态的各种因子的作用大小在时间上是变化的（图 1）。10 月种子进入表面种子库的初期，虫害是种子损失的主要原因。主要害虫为象鼻虫（*Curculia* sp.），雌虫在幼果时产卵于种皮内，在种子内孵化生长。虫害早期的种子外观并无异常，种子仍可萌发。当幼虫咬破种皮而出，胚已损坏，大多数已不能萌发，少数即使能萌发，因易感染霉菌也不能形成幼苗。种子成熟落到地面时，已有 71.8%的受虫害失去萌发能力，虫害现象在种子落地后的 2 个月内持续显现。虫害总计造成 85.7%的种子损失。

12 月后，脊椎动物的危害成为种子损失的主要原因（图 1）。滇青冈种子富含淀粉是多种脊椎动物的优良食物，研究地段的脊椎动物主要是啮齿类，危害方式为搬运出样地和当场啃食。与虫害种子数相比，啮齿类危害的种子数量不多，但在 12 月到次年 2～4 月，却是表面种子库种子的主要输出途径。

2.2 滇青冈埋藏种子库

滇青冈种子在树上成熟后在第 1 次扩散过程中通过种子雨只会进入表面种子库。在某些非生物或生物因素的作用下，部分表面种子库的种子发生第 2 次被扩散搬运。其中，少数种子由表面种子库转移到埋藏种子库中。这种转移的发生是偶然的或随机的，转入到土壤中的种子数量极少（Silvertown，1987；Chambers & MacMahon，1994）。本次调查在 10 m^2 ×2 cm 深的土壤层中发现 58 粒已死的种子和 5 粒存活种子（表 2），2～5 cm 的土层中没有发现种子。有活力种子分布极不均匀，有埋藏存活种子的样地占调查样地的 5%。埋藏种子数是被搬运种子的 4.9%，是表面种子库中种子数量的 1.2%。12 月发现的 4 粒有活力的种子萌发试验 1 粒能萌发，其余 3 粒保持休眠。表明这时的表面种子库中只有 25%的处以活动状态。

表 2 滇青冈林内 40 个 50×50 m^2 样地滇青冈埋藏种子库调查结果

Table 2 Number of the seed of *Cyclobalanopsis glaucoides* buried in soil of 40 samples in *Cyclobalanopsis glaucoides* forest

日期 Date	样地数 No. of samples	死亡种子 No. of deaded seed	有活力种子 No. of Vaible seed	频度 Frequency（%）	萌发率 Rate of germination（%）
10 月 22 日	10	0	0	0	0
12 月 24 日	10	39	4	10	25
4 月 7 日	10	15	1	10	100
6 月 9 日	10	4	0	0	0

2.3 滇青冈埋藏种子库中种子的命运

12 月 25 日埋入土壤的试验种子，至 4 月一直处于静止状态，到 6 月雨季后才萌发（表 3）。滇青冈种子在埋藏种子库中长期不萌发的原因有 2 个，一是滇青冈种子有休眠期（相关研究结果另文发表）；二是从 11 月至次年 5 月是旱季，土壤含水量低，不具萌发的水分条件，种子不能萌发。种子库的这一动态特点与生长地区干湿季分明的气候特点是适应的。种子库这种动态对策保证萌发的种子避开旱季，可提高幼苗的保存率。

埋藏种子库中种子没有被动物搬运和取食，只有萌发和腐烂 2 条输出途径，80%的埋藏种子能萌发。这一结果表明土层是滇青冈种子的安全生境（Happer，1977）。

2.4 滇青冈种子种群的动态

植物种群周期中以种子形态出现的阶段，称为潜在种群（Harper，1997）。将滇青冈表面种子库和埋藏种子库的调查结果及人工埋藏种子命运的调查、试验结果综合得到滇青冈林内滇青冈种子种群的动态模型（图 2）。昆虫在种子成熟前侵入种子，到种子成熟时许

表 3　滇青冈林内人工埋藏种子试验滇青冈种子的命运

Table 3　Fate of the seed of *Cyclobalanopsis glaucoides* in simulated buried seed bank in *Cyclobalanopsis glaucoides* forest

日期 Date	与上次抽样间隔天数 Interval（day）	有活力种子 Viable seed（%）	腐烂 Dacaded seed（%）	萌发 Germinating seed（%）
12 月 25 日	0	100	0	0
2 月 28 日	65	100	0	0
4 月 7 日	38	100	0	0
6 月 9 日	63	0	20	80

多种子已被损坏不输入种子库。种子第 1 次扩散，种子雨输入种子库的绝大部分种子停留在表面种子库，绝大多数种子被昆虫、啮齿动物和霉菌损坏。在某些生物或非生物因素的作用下，部分种子进行第 2 次扩散。其中有的发生垂直运动，进入埋藏种子库，通过休眠期后萌发。整个种子种群只有极个别种子萌发，林下没有幼苗库。滇青冈种子种群的动态与梵净山栲树群落中的栲树和多脉青冈的不同（刘济明等，2000），与日本常绿阔叶林的栎属的常绿树种（Tanouchi & Takeshita，1994）和辽东栎（孙书存等，2000）也有较大差异。

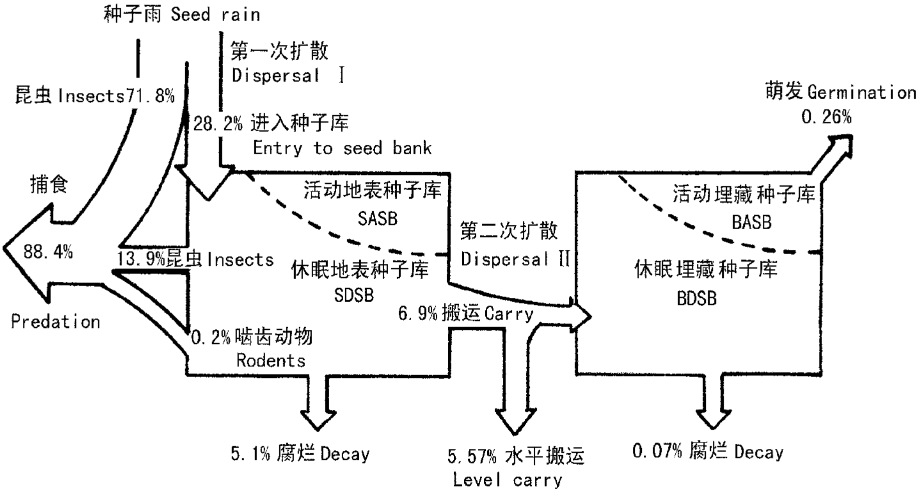

图 2　昆明西山滇青冈林内滇青冈种子种群的动态模型

Fig. 2　Diagrammatic flow chart for dynamics of seed populaton of *Cyclobalanopsis glaucoides* in *Cyclobalanopsis glaucoides* forest on Xishan Mountain in Kunming

SDSB：Surface dormant seed bank.　SASB：Surface active seed bank.

BDSB：Buried dormant seed bank.　BASB：Buried active seed bank

3　结论

滇青冈林内存在季节性滇青冈种子库。种子雨输入种子库的绝大部分种子停留在表面种子库，昆虫危害是种子损失的主要原因，表面种子库没有种子萌发。在一些不可测的非生物或生物因素的作用下，表面种子库的少量种子发生第 2 次扩散，进入到埋藏种子库。土层是滇青冈种子的安全生境，埋入土壤的种子到雨季后萌发。滇青冈种子库萌发率极低，林下没有幼苗库。

滇青冈林内种子更新的可靠性较低，为保障物种的延续或种群个体数量的稳定，物种发展出了强大的萌生特性（彭鉴等，1992），以萌生枝作为种群新个体的补充。萌生是滇青冈种群个体更新的主要对策，种子库对种群更新的作用的非常有限的。这一更新特点造成了天然的滇青冈林多具有萌生林的性质，滇青冈林萌生现象不完全是人类干扰的结果。

〔参 考 文 献〕

Bazzaz FA，1979. The physiological ecology of plant succession [J]. *Annual Review of Ecology and Systematicas*，**10**：351—371

Ban Y（班勇），Xu HC（徐化成），1996. Experimental studies on fate of *Larix gmelini* seeds in the soil in old-growth larch stands [J]. *Acta Ecologica Sinica*（生态学报），**16**（5）：541—547

Cao M（曹敏），Tang Y（唐永），Zhang JH（张建侯），*et al*，1997. Storage and dominants in soil seed banks under the tropical forests of Xishuangbanna [J]. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究），**19**（2）：177—185

Cao M，Tang Y，Sheng CY，*et al*，2000. Vaible seeds buried in the tropical forest soil of Xishuangbanna，SW China [J]. *Seed Science Research*，**10**：255—264

Chambers JC，MacMahon JA，1994. A day in the life of a seed：movements and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*，**25**：263—292

Grime JP，1989. Seed Banks in Ecological Perspective. In：Mary Allessio Leck，V. Thomas Parker，Robert L. Simpson，Ecology of Soil Seed Banks [M]. London：xv - xxii

Harper JL，1977. Population Biology of Plants [M]. London：Academic Press，111

Jin ZZ（金振洲），Peng J（彭鉴）eds. 1998. Vegetation of Kunming [M]. Kunming：Yunnan Science and Technology Press. 158—163

Liu JM（刘济明），Zhong ZC（钟章成），2000. Nature of seed rain，the seed bank and regeneration of a *Castanopsis fargesii* community on Fanjing mountain，Chongqing [J]. *Acta Phytoecologica Sinica*（植物生态学报），**24**（4）：402—407

Naka K，Yoda K，1984. Community dynamics of evergreen broadleaf forests in southweastern Japan. II. Species composition and density of seeds buried in the soil of a climax evergreen oak forest [J]. *The Botanical Magazine*，*Tokyo*，**97**：61—79

Peng J（彭鉴），Ding SY（丁圣彦），1992. Study on upground biomass of *Cyclobalanpsis glaucoides* sprouted shrub community in the central part of Yunnan plateau [J]. *Journal of Yunnan University*（Natural Sciences Edition）（云南大学学报（自然科学版）），**14**（2）：191—197

Peng J（彭军），Li XG（李旭光），Dong M（董鸣），*et al*，2000. Soil seed banks of subtropical evergreen broad-leaved forest on Simian mountain，Chongqing [J]. *Acta Phytoecologica Sinica*（植物生态学报），**24**（2）：209—214

Silvertown JW（translated by Zhu L（祝宁），Weng YH（王义弘），Chen WB（陈文斌））. 1987. Introdution to Plant Population Ecology [M]. Harbin：Northeast Forest University Press，29—30

Sun SC（孙书存），Chen LZ（陈灵芝），2000. Seed demography of *Quercus liaotungensis* in Dongling mountain region [J]. *Acta Phytoecologica Sinica*（植物生态学报），**24**（2）：215—221

Tanouchi H，Sato T，Takeshita K，1994. Comparative studies on acorn and seedling dynamics of four *Quercus* species in an evergreen broad-leaved forest [J]. *Journal Plant Research*，**107**：153—159

Xiong LM（熊利民），Zhong ZC（钟章成），Li XG（李旭光），1992. A preliminary study on the soil seed banks of different successional stages of subtropical evergreen broad-leaved forest [J]. *Acta Phytoecolgical et Geobotanica Sinica*（植物生态学与地植物学学报），**16**（3）：249—256

Xu HC（徐化成），Ban Y（班勇），1996. The distribution of seeds in the soil and the sustainability of the seed bank of *Larix gmelini* in northern Daxinganling mountains [J]. *Acta Phytoecologica Sinica*（植物生态学报），**20**（1）：28—34

Zhang ZQ（张志权），1996. Soil seed bank [J]. *Chinese Journal of Ecology*（生态学杂志），**15**（6）：36—42